

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-203989

(43)Date of publication of application : 19.07.2002

(51)Int.Cl.

H01L 33/00
C09K 11/08
C09K 11/56
C09K 11/84

(21)Application number : 2000-388463

(71)Applicant : LUMILEDS LIGHTING US LLC

(22)Date of filing : 21.12.2000

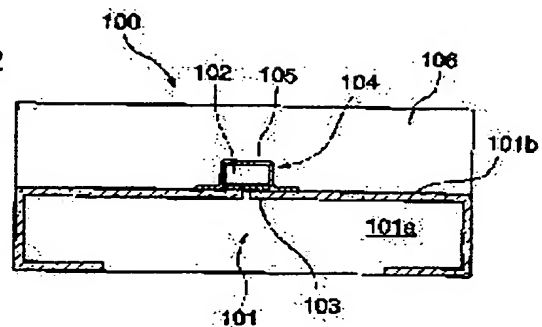
(72)Inventor : YAGI TAKAAKI
TAMURA TOSHIFUMI
ARAKANE KAKUNORI

(54) LIGHT EMITTING DEVICE AND ITS MANUFACTURING METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide highly reliable packaging for a semiconductor light emitting element.

SOLUTION: Electric wiring is formed to be buried at the part of an insulation layer on a PWB(printed wiring board) 101 by etching. Solder bumps are formed on the PWB. A gallium nitride based semiconductor element 102 is mounted on the substrate including the electric wiring and lead bonded. Sol-gel solution of glass is admixed with phosphor and applied and then finished into a glass body by heating. The phosphor combines blue light excitation, green light emission and blue light excitation, red light emission.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-203989

(P2002-203989A)

(43) 公開日 平成14年7月19日 (2002.7.19)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード* (参考)
H 0 1 L 33/00		H 0 1 L 33/00	N 4 H 0 0 1
			C 5 F 0 4 1
C 0 9 K 11/08		C 0 9 K 11/08	J
11/56	C P C	11/56	C P C
11/84	C P C	11/84	C P C
審査請求 未請求 請求項の数8 O L (全 8 頁)			

(21) 出願番号 特願2000-388463 (P2000-388463)

(22) 出願日 平成12年12月21日 (2000.12.21)

(71) 出願人 500507009

ルミレッズ ライティング ユーエス リ
ミテッドライアビリティ カンパニー
アメリカ合衆国 カリフォルニア州
95131 サン ホセ ウェスト トリンプ
ル ロード 370

(72) 発明者 八木 隆明

埼玉県浦和市根岸1-2-11-801

(72) 発明者 田村 豪史

東京都八王子市石川町858-5

(74) 代理人 100059959

弁理士 中村 稔 (外9名)

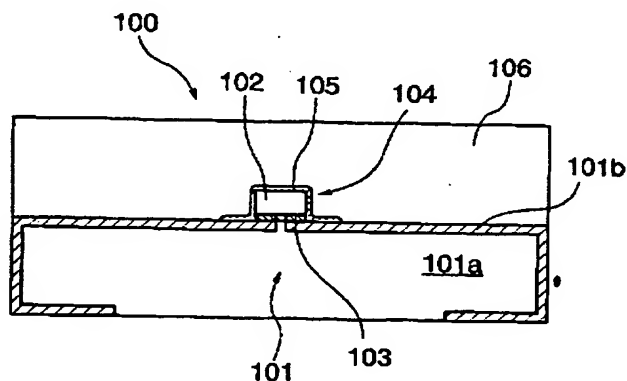
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 発光装置及びその製造方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】信頼性の高い半導体発光素子のためのパッケージングを提供する。

【解決手段】PWB (プリント基板) 101上に、絶縁層の部分に埋め込まれるように電気配線がエッチングによって形成される。PWBに半田バンプを形成する。この電気配線を含む基板上に、窒化ガリウム系半導体素子102を載せリード接合する。ガラスのゾルゲル溶液に、蛍光体を混ぜ、それを塗布し温度を加えてガラス体に仕上げる。蛍光体は、青色励起、緑色発光：青色励起赤色発光の2つを組み合わせる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】半導体発光素子をフリップチップ形態にして基板上に設けられた端子と電気的結合を行うように構成された半導体発光装置であって、発光素子としての窒化ガリウム半導体素子と、該発光素子が発生する発光素子発生光の進行路に配置され、該発光素子発生光を受け、前記発光素子発生光とは異なる波長に変換された変換光を発生する蛍光体を含むガラス層とを備え、前記発光素子発生光と前記変換光とによって実質的に白色系光を発生するようになったことを特徴とする発光装置。

【請求項2】前記基板がプリント基板であることを特徴とする請求項1に記載の発光装置。

【請求項3】蛍光体がSを含む2つの異なる組成物から構成されておりかつ、該それぞれの蛍光体が異なる波長の変換光を発生することを特徴とする請求項1または2に記載の発光装置。

【請求項4】前記2つの蛍光体の1つが赤色系の蛍光を発生する SrS:Eu^{2+} であり、他の1つが緑系の蛍光を発生する $(\text{Sr}, \text{Ba}, \text{Ca})\text{S:Eu}^{2+}$ であることを特徴とする請求項1ないし3に記載の発光装置。

【請求項5】前記赤色系の蛍光体が $\text{SrGd}_2\text{S}_4:\text{Eu}^{2+}$ であることを特徴とする請求項4に記載の発光装置。

【請求項6】蛍光体を含んだガラス層が $100\mu\text{m}$ 以下の厚さを有することを特徴とする請求項1ないし5に記載の発光装置。

【請求項7】前記半導体発光素子がサブマウント介して前記基板上に設けられた端子に電気的に結合されていることを特徴とする請求項1ないし6に記載の発光装置。

【請求項8】前記ガラス層は、 PbO 、 Ga_2O_3 、 Bi_2O_3 、 CdO 、 ZnO 、 BaO 、および Al_2O_3 から選択されるグループの少なくともいずれか1つを含む SiO_2 またはこれらを実質的に含まない SiO_2 からなることを特徴とする請求項1ないし7に記載の発光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、半導体発光素子を用いた発光源と、該発光素子の発生光を受けて発生光とは異なる波長を出力して蛍光する蛍光体とを備え、発光素子からの光と蛍光体からの光とから白色系の光を生成する発光装置、いわゆる白色LEDに関する。

【0002】

【発明の背景】最近、半導体発光素子を用いて白色系の光を発生させるための発光装置すなわち白色LEDが提案されている。半導体発光素子は、少ない電気エネルギー消費で比較的強い光を発生することができる。また、電球や蛍光灯のように発熱せずしかも、経年使用による劣化あるいは球切れといった問題がない。このため、最近急激にその用途が拡大している。半導体発光素子を用

いた白色LEDを形成する技術を開示したものとして、特許2927279号がある。この特許には、窒化ガリウム系半導体素子の青色発光と、青色発光によって励起されたYAG蛍光体の、幅広いスペクトル成分をもつ黄色発光の組み合わせから、白色光を発生させる技術が開示されている。この従来技術では、基板上に半導体素子を置き、YAG蛍光体を含んだ透明樹脂でモルディングし、白色LEDを形成するようになっている。

【0003】窒化ガリウム系化合物半導体を用いた光源は、現在一般的な照明用の光源として用いられている電球や蛍光灯よりも寿命が長く、約10年程度は使用できると考えられている。

【0004】しかし、この開示された発光装置では、発光ダイオードを保護するための保護層（モールド部材）が樹脂で形成されているためさまざまな問題が生じる。たとえば、保護層を樹脂で形成すると、経年使用において水分が浸入して発光ダイオードの動作を阻害するという問題あるいは、発光ダイオードからの光に紫外線が含まれている場合には、紫外線を受けて変色し、発光ダイオードからの発光の透過性を低下させ、発光ダイオードの性能を事実上低下させるという問題がある。

【0005】また別の観点では、従来技術に開示されるYAG蛍光体は、広い範囲の黄色を中心とした発光を示す。しかし、これは、上記したように演色性が悪い。演色性を改善するために、本件出願人は、緑と赤色発光の2つの蛍光体の組み合わせにかかる発光装置を提案している。しかし、この蛍光体は耐湿性が悪く水分対策が重要となる。しかし、従来提案されている発光装置の構造では、十分な水分透過性を与えていない。

【0006】このような樹脂製の発光ダイオード保護層の問題に鑑み特開平11-251640号及び、特開平11-204838号には発光ダイオードを保護するため保護層について開示されている。これらの出願は、上記の特許に開示されるような樹脂製の発光ダイオード保護膜が水分の浸入性に対して弱いことすなわち耐環境性に乏しいこと、および、紫外線を多量に浴びることによって変色し、透明度が低下して発光ダイオードの発光装置としての特性を阻害することすなわち耐紫外線性に乏しい点に鑑みて構成されたもので、発光ダイオードの保護層を樹脂ではなく、ゾルゲルガラスで封止することを開示している。

【0007】しかし、上記特開平11-251640号及び、特開平11-204838号公報に開示されている発光装置は、以下のような問題が生じる。

【0008】いわゆるワイヤーボンディング方式で発光ダイオードの電気的導通を確保するようにする場合に、上記の公開公報に開示される手法にかかるゾルゲルガラスによる発光ダイオードの封止を行うと以下のような問題が考えられる。

【0009】すなわち、ワイヤーボンディング方式で

は、外部電源への電氣的導通を確保するために、発光ダイオードから導線であるワイヤーがガラス、エポキシの両方を通過して発光ダイオードの外側に位置するリード線に接続されるようになっている。しかしガラスと樹脂であるエポキシとは熱膨張係数、吸湿性等が異なるため、ガラス-エポキシ界面では、ワイヤーに大きな応力が発生し、ワイヤーが切れるという問題がある。また、ゾルゲルガラスを使用すると、固化時に3割程度体積が減少するため、成形時においてもワイヤーに応力が発生して断線するという問題がある。すなわち、ワイヤーボンドによる導電経路を確保する構造では、ガラス層とエポキシカップとの界面の物理的特性の差に基づいて、ワイヤーの断線の問題が生じる。

【0010】要するに、従来の半導体発光素子を用いる発光装置では、半導体素子自体は高信頼性を有し、長寿命であるのに対し、半導体発光素子を保護し、外部電源との導通を確保するためのパッケージングの信頼性が低いという問題が指摘されている。

【0011】この場合、ガラス層を厚くして、界面を作るという方法もあるが、厚いひびの無いガラス層を作成するのは難しいという問題がある。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明は上記したような問題に鑑みて構成されたもので、信頼性の高い半導体発光素子のためのパッケージングを提供し、これによって高性能を維持しつつ十分長い寿命をもつ半導体発光素子を用いた発光装置を提供することを目的としている。

【0013】本発明のこの目的は、半導体発光素子を基板上に電氣的に結合して構成する半導体発光装置であって、発光素子としての窒化ガリウム半導体素子と、該発光素子が発生する発光素子発生光の進行路に配置され、該発光素子発生光を受け、前記発光素子発生光とは異なる波長に変換された変換光を発生する蛍光体を含有するガラス層とを備え、前記発光素子発生光と前記変換光とによって実質的に白色系光を発生するようになったことを特徴とする発光装置によって達成することができる。

【0014】この場合、前記基板がプリント基板であることが望ましい。また、好ましい態様では、蛍光体がSを含む2つの異なる組成物から構成されておりかつ、該それぞれの蛍光体が異なる波長の変換光を発生する。

【0015】この場合、前記2つの蛍光体の1つを赤色系の蛍光を発する SrS:Eu^{2+} であり、他の1つを緑系の蛍光を発する $(\text{Sr, Ba, Ca})\text{S:Eu}^{2+}$ とすることができる。

【0016】また、前記赤色系の蛍光体を $\text{SrGd}_2\text{S}_4:\text{Eu}^{2+}$ とすることができる。好ましい態様では、蛍光体を含んだガラス層は、 $100\mu\text{m}$ 以下の厚さを有する。

【0017】本発明の好ましい態様では、前記ガラス層は、 PbO 、 Ga_2O_3 、 Bi_2O_3 、 CdO 、 ZnO 、 BaO 、および Al_2O_3

から選択されるグループの少なくともいずれか1つを含む SiO_2 またはこれらを実質的に含まない SiO_2 からなる。

【0018】このようにガラス層の構成を工夫して、 PbO 、 Ga_2O_3 、 Bi_2O_3 、 CdO 、 ZnO 、 BaO および Al_2O_3 から選択される化合物を含有させる。理由は以下の通りである。発光素子とその周りのガラス層等のパッケージング材料の界面で反射を起こす。全反射が生じる割合は、屈折率の差が多いほど多くなる。全反射が起こると、内部に光が跳ねかえされてしまうので、光の外部取り出し効率が下がる。したがって、発光体からの光を効率よく空気に伝達するためには、発光体からの光が通過する界面における反射を極力少なくすることが望ましい。このためには、それぞれの界面における屈折率の差を小さくすることが必要である。発光素子構造体が発光体、ガラス層の2層からなる場合には、界面は、発光体とガラス層、ガラス層と空気層との2つ存在することとなるから、発光体からの光の反射量を少なくするためには、2つの界面においてそれぞれ、屈折率の差を小さくすることが望ましい。

【0019】このため、ガラス層の屈折率は、空気と発光体の屈折率の中間の値になるように調節することが望ましい。

【0020】したがって、空気の屈折率と、発光素子の屈折率の中間の値を持つような、上記酸化物を、素子の表面につけ、無反射コーティングの役割を持たせて、光の取り出し効率を上げるように構成することにより、数十パーセントも光出力向上を実現できる。エポキシで封止する場合に比して、ガラスコーティングにすることにより

1) 耐環境性が高くなる、2) 高温動作できる、これに加えて、3) 光の取り出し効率が高くなる材料を選ぶことができる、という利点がある。ちなみに、エポキシで屈折率約1.6を超えるものはない。このように観点において、空気の屈折率は1.0であり、また、発光ダイオードに使用されている化合物半導体は、屈折率が約3.4から1.8である。ガラス層を構成する SiO_2 の屈折率は約1.5であるが、 SiO_2 が PbO 、 Ga_2O_3 、 Bi_2O_3 、 CdO 、 ZnO 、 BaO 、 Al_2O_3 等の透明化合物を含むと、屈折率は1.5から2.5程度に増大させることができる。したがって、 SiO_2 への PbO 、 Ga_2O_3 、 Bi_2O_3 、 CdO 、 ZnO 、 BaO 、 Al_2O_3 等の透明化合物を含有させることによって、ガラス層の屈折率を所定の値の調節し、これによって発光体からの光の取り出し効率を最大とすることができる。

【0021】ガラス層の外側にさらにエポキシの層がある場合には、ガラス層と当該エポキシの層の界面の屈折率も考慮する。すなわち、発光体からガラス層、エポキシ層および空気のそれぞれの界面における反射率が最小となるように上記透明化合物の量を調節することによ

て、ガラス層の屈折率を適宜調節すればよい。すなわち、この場合には発光体、ガラス層、エポキシ層、空気それぞれの屈折率の変化が等比級数となるように設定する。

【0022】本発明は、上記したように、窒化ガリウム系LEDの青色発光と蛍光体による変換された色の発光を組み合わせ、実質的に白色系の光を発する発光装置を提供するものである。本発明によって提供される白色LEDは、青色LEDと組み合わせることで、高信頼性長寿命の照明光源として使用できる。また、高出力の青色LEDを励起源にした白色LEDは、蛍光灯、電球等の置き換えとして使用することができる。本発明の発光装置は、耐環境性が弱いが、色再現性が高くなる蛍光体の組み合わせを、高信頼で使えるパッケージング手法を開発したことによって高性能の発光装置を提供することができたものである。

【本発明の実施の態様】以下図面を参照しつつ、本発明の好ましい実施例について説明する。図1を参照すると、本発明の1実施例にかかる発光装置の概略断面図が示されている。本例の発光装置100は、基板101を備えている。基板101は、エポキシ樹脂等のプラスチックワイヤリングボードのから構成するのが一般的であるが、これに限られるものではない。基板は、上記プラスチック等の絶縁層101aと該絶縁層101aの上面に適当な形態で導電経路101bすなわち電極部あるいは端子部が形成されており、外部から電気エネルギーをこれに接続される発光素子102に供給する。本例の発光素子102は、後述するように窒化ガリウム系半導体素子から構成され、フリップチップ形態で基板101上に配置され、この配置において下面側に接続端子部が設けられ、この端子部に適当な、導電性半田ボール等のパンパ（ソルダーボール）あるいは、ワイヤリング等の導電部103を結合することによって、基板上の電極部あるいは端子部101bとの電氣的結合を確立するようになっている。発光素子の外側には光を通すゾルゲルガラス層105が形成されている。さらにその外部には、透明層106が形成されている。

発光ダイオード

本発明では、発光素子101は発光ダイオードであり具体的には窒化ガリウム系半導体素子を使用するが、この半導体素子にはAlInGaP、InGaP等が含まれる。

ゾルゲルガラス

図1において、本発明の上記ゾルゲルガラス層105について説明する。

【0023】まず、ゾルゲルガラスの製造について説明する。アルコキシシランの脱アルコール反応により網目状のSiO₂のゲルが生成する。これを乾燥させて固体化したものがゲルである。出来上がった物質の組成はSiO₂で、普通のガラスと同じ組成を有するが、ゾルゲルガラスは、脱アルコール反応を金属触媒を用いて行

う事により、常温から150℃程度の低温でSiO₂が合成することができる点において通常のガラスの生成過程と異なる。但し、SiO₂の融点まで加熱して作られる通常のガラスとは、密度が異なる。また、ゾルゲルガラスは、エポキシ等の樹脂に比較すると、極めて密度が高い、また水分透過率はエポキシに比べると数十分の一から数百分の一程度である。

【0024】水分の透過性について、ゾルゲルガラスの場合、銅板、ニッケル板に数ミクロン厚のガラス皮膜を形成したのち、60℃90%RH雰囲気中に100H入れたとき金属の腐食を発生させることはなかった。また、アルミ板に約10ミクロン厚で塗布後、100℃の湯に150H浸して、アルミの光沢率を測定したところ95%以上であった。ガラス被膜が水分を通さないために、金属板の表面に酸化を生じさせず、この結果金属表面の滑らかさが阻害されないことによる。

【0025】一方エポキシは、約24時間程度、80℃、湿度85%程度の雰囲気中に放置すると、2重量%程度水分を吸収する。

【0026】このように、本発明者らの比較研究によれば、ゾルゲルガラスの被膜は、エポキシの被膜よりも優れた耐水分透過性を有する。すなわち、ゾルゲルガラスは、水分がガラス内部に浸透しにくく、しかも、そこに含有される蛍光体との反応を抑制することができるため、蛍光体の劣化を防止することができる。

蛍光体

本発明では、蛍光体として、青色励起赤色蛍光体、青色励起緑色蛍光体の2種類の蛍光体を組み合わせる。SrS:Eu²⁺+蛍光体は、赤色蛍光し、(Sr, Ba, Ca)S:Eu²⁺は緑色蛍光する。なお、赤色蛍光体の具体例としては、SrGd₂S₄:Eu²⁺がある。

【0027】本発明では、発光素子102の外部に、ゾルゲルガラス層を形成し、該ゾルゲルガラス層には、蛍光波長の異なる2種類の蛍光体が分散して含有されている。本発明は上記のような発光波長の異なる蛍光体を2種類使うことに特徴を有するが、本発明で使用する上記蛍光体は、本発明では、化学的に不安定なためこの分野では実用化されていなかったものである。本発明においては、不安定な蛍光体を安定に使うためのガラス封止と組み合わせることにより実用化できたものである。

【0028】図2に示すように、本例では、蛍光体107は、ガラス層105の外表面付近の含有濃度が発光素子表面付近よりも高い密度で分散されている。なお、発光素子102の下面には、発光素子102の発光にかかる光を反射する反射面を有する反射層が形成されており、発光素子102から反射した光を図1において情報に反射する構成となっている。この反射層は、発光素子102の電極部を兼ねることができるが、別途独立して形成することもできる。

白色LEDの生成

本発明では、InGa_N等の窒化ガリウム系半導体素子を用いて半導体発光源から青色系の光を発生させるようになっている。そして、上記のように蛍光体には、この青色系の光を受けて緑色系の蛍光を発生するT_G:Eu系の蛍光部材と、上記の青色系の光を受けて赤色系の蛍光を発生するSrS:Eu系の蛍光部材とが含まれており、この蛍光体が発光ダイオードを被覆する透明モールド層に含有されて蛍光体を構成する。このように青色系の発光源を用い、緑色系の蛍光と赤色系の蛍光との混合によって形成される本発明にかかる白色LEDは、演色性が極めて良好であるという特徴を有する。

バンプ

図1において、発光装置100は、発光素子として、SnPb系、In系、Au系、Ag系等を含む発光素子とその外部を取り囲んで設けられた蛍光体含有ガラス層101bと発光素子102の下部には電極部あるいは端子部が設けられるとともに、その下部に電氣的結合を与える金属バンプ103が位置する構造になっており、これによって、発光素子構造体を構成104する。バンプ103は、一般的には、例えば100〜300ミクロン径のはんだボールを指す。これ以外に、金ボール、あるいは銅ボール等も使用することができる。この電気配線を含む基板101上に、窒化ガリウム系半導体発光素子102を載せリード接合する。この場合、半導体発光素子102をバンプ103の上に乗せ、半導体素子の電極部を金属の塊である、バンプでリード接続すなわちソルダージョイントによる接続をする。

サブマウント

発光装置の構造において、基本的な形態は、図1に示すように、この発光素子構造体の下方に基板が位置する構造であるが、図3ないし図4に示すように発光素子構造体と基板との間にサブマウント108を介在させることもできるようになっている。サブマウント108は、本例では、約100〜200μmの厚さを有しており、発光素子構造体の大きさよりも大きくなっている。このサブマウント108はシリコン、セラミック、金属等の材質で形成することができる。本例では、サブマウント108は上記金属バンプ103と電気結合するための導電部すなわち電極部109を上面に備えており、該電極部109から延設される導電経路110が形成される。この導電経路110は、サブマウントに設けられたスルーホール111を介して延び、基板に設けられた端子部101bに電氣的に結合されている。スルーホール111の下部には、前記発光素子構造体の下部に設けられるのと同様の導電性バンプ（ソルダボール）112が電極として形成されており基板101への導電経路を形成している。

【0029】図3における、基板101は図1に記載した基板101と同じ構造であってその上面には、上記サブマウント108の下部のバンプと導通する電気配線の

端子部すなわちリード101bが形成されている。

【0030】本発明で使用する基板101は、代表的にはプリント基板であって、リードフレームではなく、CHIPLEDと呼ばれるPWB（プリント基板）101を使用する。プリント基板の製造は従来の一般的な手法に従って行うことができる。この基板には、プラスチック、セラミック、金属等の材料から構成される絶縁層Iの部分に埋め込まれるようにリード101bがエッチングによって形成される。

【0031】図4におけるサブマウントの形態は、図3のものとは異なっている。図4の構造では、発光素子構造体とサブマウント108との接続は、ソルダージョイントで行い、サブマウントと基板の間は、ワイヤーボンで行う。発光装置100は、発光素子102とその外部を取り囲んで設けられた蛍光体含有ガラス層105と発光素子102の下部には端子部が設けられるとともに、その下部に電氣的結合を与える金属バンプ103が位置する構造の発光素子構造体を構成する。そして、本例では、発光素子構造体104には、発光素子102の下部の電極部とサブマウント108の上面の電極部109との電気接触を得るための導電バンプ103と、サブマウント108の上面部電極の外縁部に設けられ、基板外面に形成される電極面との電気接触を得るための別の導電バンプ112が設けられている。このサブマウント108の外部導電バンプ113は、ワイヤボン113を介して基板上の電極板101bに接続される構造になっている。この場合、蛍光体含有ガラス層105はワイヤボン113の部分まで広がらないように構成されている。

発光装置の製造

発光装置100の製造に当たっては、まず上記のように発光素子102およびその外部を取り囲む蛍光体含有ガラス層105をからなる発光素子構造体を形成する。つぎに、図1に示す発光装置100の構造の場合には、サブマウント108を介することなく、直接、バンプを介して発光素子構造体を基板の電極部101bに電氣的に結合する。しかし、図3および図4に示す発光装置の場合には、発光素子構造体はサブマウント108を介して基板の電極部101bと電気接触を得る必要がある。この目的のために、発光素子構造体の下部すなわち、サブマウント108の上面およびサブマウントの下部すなわち、基板PWBの上面に半田バンプ204を形成する。この場合、発光素子構造体の下部のバンプ103および、サブマウント108の下面のバンプ112を別々に形成し、その後発光素子構造体の下にサブマウント108を配置し、発光素子構造体とサブマウント108の導電経路を確立し、その後、サブマウント108と基板101との導電経路を確立するようにすればよい。このようにして、発光素子構造体とサブマウント108のバンプをそれぞれの電極板に接合する。

【0032】金バンプの場合は、超音波と熱をかけて接

合するのが普通である。はんだバンプの形成は、ステンシルマスク印刷、めっき等の手法を用いて行う。

【0033】また、半田ペーストをステンシルマスク印刷することによって基板上に導電部を形成することも知られている。この方法は、たとえば以下の通りである。まずPWB上にマスクをのせ、半田ペーストをへらを用いて該マスク上に広げる。されによって、マスクの穴が開口部から、半田ペーストがPWB（基板）上に進入して半田層がPWBの表面上に形成される。次に、マスクをPWBから除去することにより、PWB上の所定の必要な部分に半田ペーストの層を形成されることになる。また、半田ボールを用いる方法では、球状のはんだをPWBもしくは素子上に固定する。この場合、球状の半田として半田フラックス等を用いる事ができる。そして素子をPWB上の適切な位置に載せる。その後リフローによって、半田を溶かし接続する。さらに半田メッキの手法を用いることもできる。この場合、上記のステンシルマスク印刷と同様にPWB上のはんだを載せたい部分以外の対象表面のマスキングを行う。その後、半田を電解メッキを行う。

【0034】つぎに、はんだ付け方法の例について説明する。まず、素子を半田にのせ、リフロー炉に投入すると、半田が溶融して素子とPWBとが接着される。

【0035】そして、半導体発光素子表面に蛍光体を含むガラスをガラス層が約100 μ m以下の厚さとなるように塗布する。蛍光体は温度に対して敏感な特性を有しているので、低温の製造プロセスであることが好ましい。ガラスのゾルゲル製膜法を用いれば、ガラスは低温で液状となっているため、比較的低温でガラス膜を塗布できる。その温度は約80℃から150℃の程度である。このガラスのゾルゲル溶液に、蛍光体を混ぜ、それを塗布し温度を加えてガラス体に仕上げる。このようにして、蛍光体を含んだガラスを半導体チップの表面に塗布する。蛍光体として、青色励起緑色発光体、青色励起赤色発光体の2つを組み合わせる。チップはフリップチップにする。半導体チップの表面にガラスを塗布する工程で、ワイヤーの存在しない接続形式であるフリップチップの方が技術的に相性がよいためである。なお、SrS:Eu²⁺+蛍光体は、赤色発光し、(Sr, Ba, Ca)S:Eu²⁺は緑色発光する。赤色発光蛍光体の具体例としては、SrGd₂S₄:Eu²⁺がある。

【0036】蛍光体の光波長のスペクトルは図5および図6に示す通りである。上記2種類の蛍光体より、赤、緑の発光が得られ、LEDより青の発光が得られる。この3つの異なる波長の光の合成色として、3つ合わせて白色光を得ることができる。本発明に従う赤色、緑色で効率よく発光する蛍光体であって、YAG等の酸化物系の青色LED光で励起できる蛍光体は、従来知られていなかったものである。本発明者らは硫化物系の蛍光体が良好な結果をもたらすことを知見したものであるが、硫化物

系は、水分と反応性が高く水分を該蛍光体物質から隔離する技術が極めて重要とする。これらの水分に敏感な硫化物系の蛍光物質を水分から隔離するために、本発明では、水分に対して極めて高い耐性を有するゾルゲルガラスを使用するという特有の構成をとる。

【0037】ガラスコーティングは水分を通さず硫化物系蛍光体でも使用できる。

【0038】また 本発明にかかる発光装置は、基板上に実装したフリップチップ発光素子を使っている点が従来技術と異なる。パッケージング材料としてガラスという硬い材料をパッケージングに選ぶとき、より応力に対応できる素子構造であることが望ましい。フリップチップを、蛍光体のガラス封止技術と組み合わせることにより、より実用的な信頼性の高い構造のLEDパッケージングが実現できる。

【0039】

【発明の効果】上記したように、本発明によれば、ガラス—エポキシ界面にワイヤーを通過させる必要がないので、フリップチップ構造とゾルゲルガラス蛍光体コーティングとの組み合わせによって、信頼性が高く、寿命の長い、半導体発光素子を用いた演色性の良好な白色系発光装置を提供することができる。本発明においてサブマウントを用いる場合には、発光素子構造体と基板との間の熱膨張差による熱応力をサブマウントによって緩和することができ装置の安定性を向上させることができる。なお、本発明においてフリップチップ構造とするための基板は、PWBが好ましいがリードフレームタイプでもよい。この理由は、一般的に、PWBの方がフリップチップ素子をのせ易いという利点がある。また、大量一括処理（例えば数百個程度）に好適な製造プロセスを適用することができる。また材料が安いというメリットもある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の1実施例にかかる発光装置の断面図、

【図2】蛍光体を含むガラス膜の断面写真、

【図3】本発明の他の実施例にかかる発光装置の断面図、

【図4】本発明のさらに他の実施例にかかる発光装置の断面図、

【図5】蛍光体の発光スペクトル、

【図6】蛍光体の発光スペクトルである。

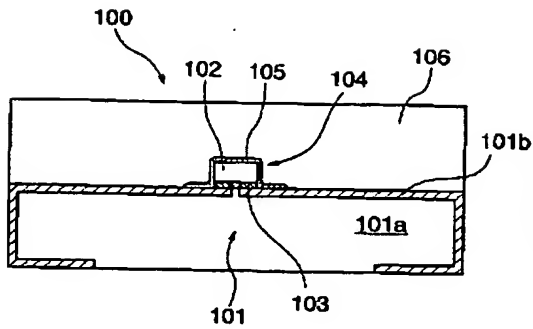
【符号の説明】

- 101 配線付きプリント基板
- 102 窒化ガリウム発光半導体素子
- 103 導電バンプ
- 104 発光素子構造体
- 105 蛍光体を含むガラス層
- 106 透明層
- 107 蛍光体層
- 108 サブマウント

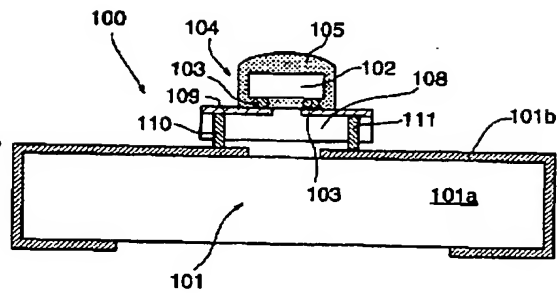
109 電極板
110 導電経路
111 スルーホール

112 バンプ
113 ワイヤボンド。

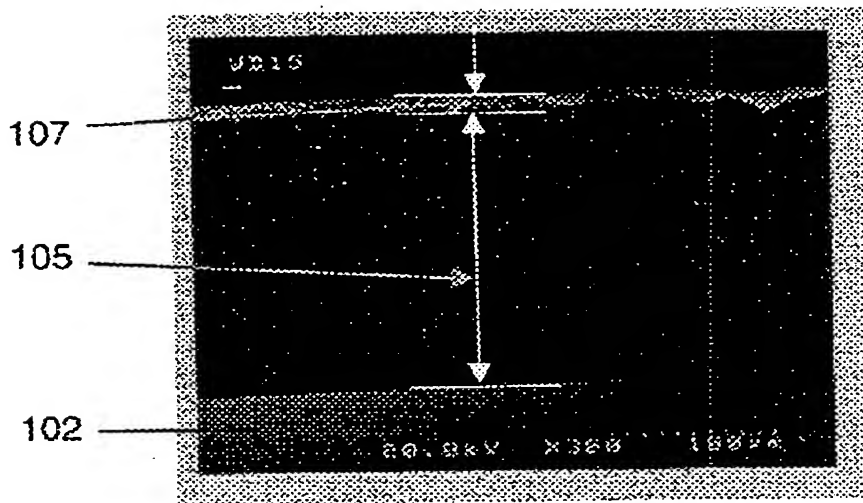
【図1】



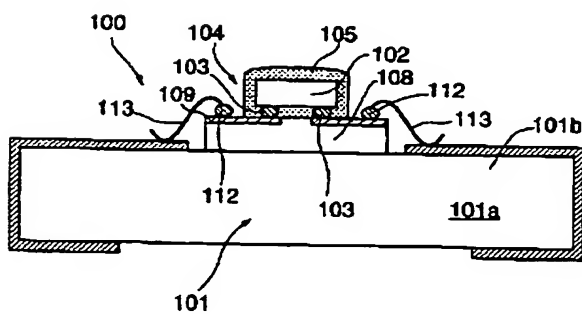
【図3】



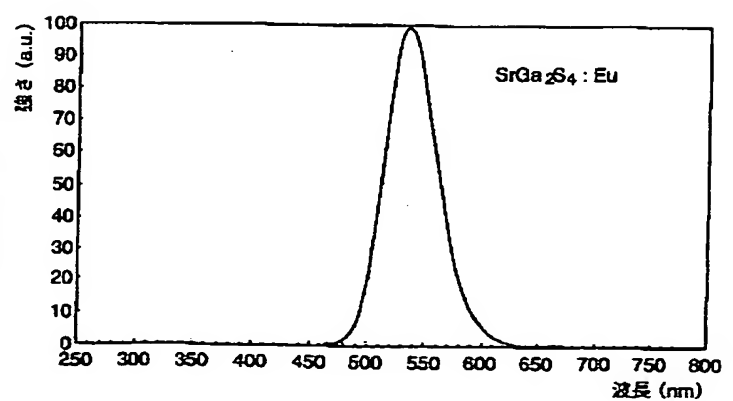
【図2】



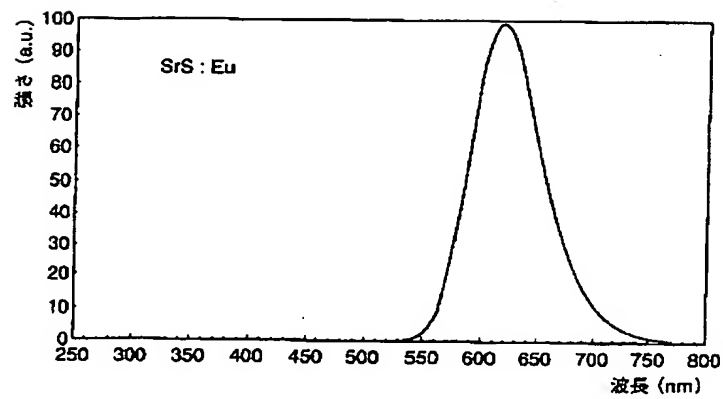
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 荒金 角典
東京都八王子市小比企町530-2-204

Fターム(参考) 4H001 CA05 XA16 XA20 XA38 XA56
XA63 YA63
5F041 AA11 AA12 CA40 DA04 DA09
DA20 DA43 DA58 EE25